PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 30. 27. April 1901. 2. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:

E. Ruhmer, Neuer Flüssigkeitsunterbrecher mit auswechselbarem Unterbrechungsplättchen. S. 445.

M. Rudolphi, Eine neue Pyknometerform (Hohlcylinder-Pyknometer). S. 447.

Referate:

E. Meyer, Über Krafigas- und Gichtgasmotoren. S. 449.

Über die von der Firma Siemens & Halske, Berlin, auf der Pariser Weltausstellung in Klasse 26 ausgestellten Telegraphen und Telephonapparate. S. 451.

Besprechungen:

G. Zeuner, Technische Thermodynamik. S. 453.

H. A. Lorentz-Festschrift. S. 454.

Briefkasten. S. 456.

Personalien. S. 456.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Neuer Flüssigkeitsunterbrecher mit auswechselbarem Unterbrechungsplättchen.[1]

Von Ernst Ruhmer.

Von Herrn H. Th. Simon sind zwei Ausführungsformen seines Flüssigkeitsunterbrechers angegeben worden,[2] von denen jedoch nur die eine, nämlich die in Fig. 1 dargestellte, in

Fig. 1.

die Praxis übergegangen ist und von der A.-G. Siemens & Halske, Berlin, fabriziert wird. Das ungleiche Volumen des in den beiden Abteilungen des Unterbrechers enthaltenen Elektrolyten, die ungleiche Krümmung, bedingt durch das cylindrisch kugelförmige Porzellandiaphragma, sind beides Eigentümlichkeiten dieser Ausführungsform, die dem gleichmässigen Betrieb des Unterbrechers entgegenwirken, insofern ein Steigen der Flüssigkeit im innern Gefäss eintritt.[3])

Die zweite Simonsche Ausführungsform besteht aus einem durch einen senkrechten Schnitt in zwei Hälften geteilten Glastrog mit dazwischen gesetzter Glasscheidewand, die mit einigen Durchbohrungen versehen ist. Diese Anordnung, welche ohne Zweifel mancherlei Vorteile besitzt, hat wegen der Schwierigkeit der praktischen Herstellung, ausser bei den Versuchen, die Herr

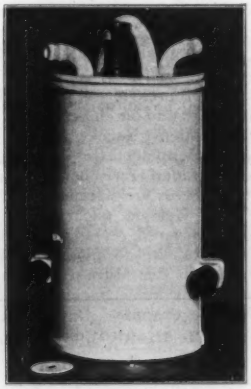

Fig. 2.

Simon selbst damit anstellte, bisher keine praktische Anwendung gefunden.

Ich habe nun neuerdings eine Konstruktion dieser Form des Flüssigkeitsunterbrechers ausgeführt, welche die bestehenden Schwierigkeiten in einfacher Weise überwindet und mancherlei Vorzüge vor der alten Form besitzt.

Fig. 2 giebt eine Totalansicht des neuen Unterbrechers.

1) D. R. G. M. 149346.

2) Vgl. Wied. Ann. **68**, 860. 1899.

3) Vergl. E. Ruhmer, Die Unregelmässigkeit der Unterbrechungen bei den neueren Flüssigkeitsunterbrechern. Elektrotechn. Zeitschrift **21**, 334, 1900.

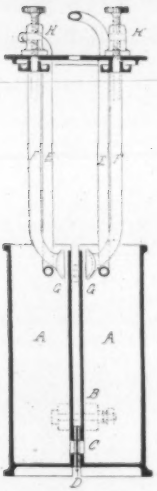

Fig. 3a.

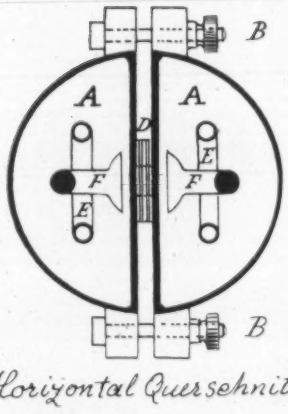

Fig. 3b.

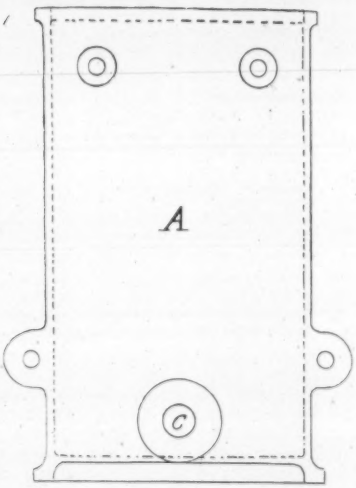

Fig. 3c.

Der Apparat besteht, wie aus Fig. 3a,b,c ersichtlich, aus zwei ganz gleichen, halbcylindrischen Porzellangefässen *A*, welche mit den flachen Seiten aneinandergelegt und durch Schrauben *B*, die seitlich durch Lappen gesteckt werden, zu einem cylindrischen Doppelgefässe verbunden sind.

In den geraden Zwischenwänden befindet sich je ein grösseres kreisförmiges Loch *C*, durch welches beide Gefässe nach dem Zusammensetzen kommunizieren. Durch ein dazwischen gelegtes, dünnes, kreisförmiges Plättchen *D* aus Porzellan, das in der Mitte eine oder mehrere runde, beiderseits konisch versenkte Öffnungen besitzt, das sogenannte „Unterbrechungsplättchen" (vgl. Fig. 4), wird die Kommunikation

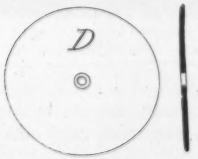

Fig. 4.

beider Gefässe noch mehr verengt. Die Dichtung mit Gummiringen bereitet keinerlei Schwierigkeiten, und es kann die Auswechselung eines solchen Plättchens zum Zwecke der Veränderung des Lochquerschnittes innerhalb kurzer Zeit erfolgen. Die Löcher in den Plättchen lassen sich mit grosser Genauigkeit schleifen und sind äusserst haltbar.

Mit dem Deckel des Gefässes ist eine Kühlschlange *E* aus Porzellan oder Glas fest verbunden, welche sich mit dem Deckel aus dem Unterbrecher herausheben lässt (Fig. 5). Durch einen Strom kalten Wassers wird die Temperatur in beiden Hälften des Unter-

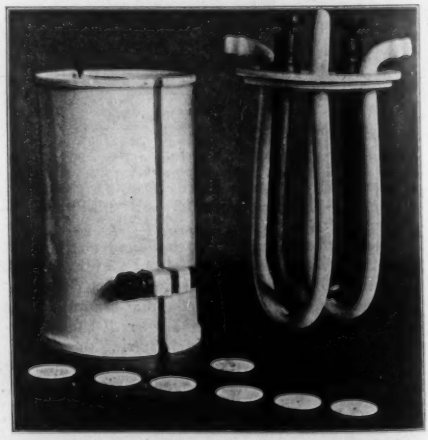

Fig. 5.

brechers selbst bei Dauerbetrieb desselben unterhalb des Siedepunktes des Elektrolyten gehalten. Bei kleineren Stromstärken kann die Kühlschlange überhaupt in Wegfall kommen.

An dem Deckel sitzen ferner, mit den Polklemmen befestigt, die beiden Bleianoden F, deren untere dem Unterbrechungsplättchen benachbarte Enden zu halbkugelförmigen Schalen G ausgebildet sind, um den inneren Widerstand des Unterbrechers nach Möglichkeit herabzusetzen und dadurch den Nutzeffekt zu erhöhen.[1])

Die Anoden tragen oben, dicht unter dem Deckel, Isolatoren, um die aufspritzenden Schwefelsäurebläschen vom Deckel abzuhalten und so die Bildung von Nebenschlüssen und zu Explosionen führenden Gleitfunken zu verhüten.

Die Polklemmen und seitlichen Schrauben sind aus einem gegen Schwefelsäure widerstandsfähigem Material (Hartgummi) mit Metallkernen hergestellt.

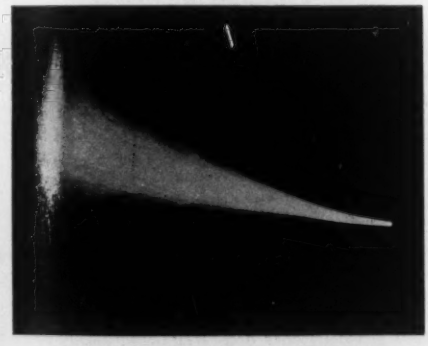

Fig. 6.

Fig. 6 zeigt den Entladungsfunkenstrom eines mit dem neuen Plättchenunterbrecher betriebenen 30 cm Induktors.

Zum Schlusse seien noch einige vergleichende Messungen mit der alten und neuen Konstruktion des Simonschen Unterbrechers mitgeteilt, aus denen die Überlegenheit der neueren Konstruktion hervorgeht.

Vergleichende Messungen

a) am ruhenden Unterbrecher ohne Selbstinduktion

	Konstruktion	
	Siemens u. Halske	Ruhmer
Lochdurchmesser	1,72 mm	1,72 mm
spez. Gewicht des Elektrolyten	1,2	1,2
Temperatur	17° C.	17° C.
Widerstand des ruhenden Unterbrechers	9,2 Ω	8,9 Ω

b) am arbeitenden Unterbrecher bei gleicher Betriebsspannung und beim Betriebe eines Induktors mit auf 18 cm eingestellter Schlagweite.

	Siemens u. Halske	Ruhmer	Siem. u. Halske	Ruhmer
Stromstärke	5,5 A.	6,3 A.	7,4 A.	8,4 A.
Unterbrechungen pro Sek.	160	225	400	580
Maxim. Funkenlänge	205 mm	220 mm	225 mm	236 mm
Gesamte Stromenergie	605 Watt	693 Watt	1628 Watt	1848 Watt
Verlust im Unterbrecher durch Erwärmung	445,8 Watt	379,1 Watt	900 Watt	879 Watt
Verlust in %	73,5	54,6	55,3	47,5
Nutzeffekt in %	26,5	45,4	44,7	52,5

Aus diesen Messresultaten geht die Überlegenheit des Plättchenunterbrechers über den zum Vergleich benutzten Unterbrecher der jetzigen Konstruktion, sowohl bezüglich inneren Widerstandes, Anzahl und Exaktheit der Unterbrechungen, als auch in ökonomischer Hinsicht hervor.

Ferner ist es als ein Vorteil des neuen Unterbrechers anzusehen, dass die Flüssigkeit in beiden Gefässhälften gleichhoch stehen bleibt, also nicht wie bei dem Diaphragmen-Unterbrecher im Porzellanrohre steigt und irgendwo überläuft, was neben einer grossen Unregelmässigkeit in der Aufeinanderfolge der Unterbrechungen die Gefahr einer Explosion infolge Nebenschluss oder Gleitfunken mit sich bringt.

Bei einer neuen, in Ausführung begriffenen Form des Plättchen-Unterbrechers sind die Elektroden nicht durch den Deckel des Gefässes, sondern seitlich eingeführt, so dass dieselben vollständig unter dem Niveau der Säure liegen und Gleitfunken, welche das Knallgas zur Explosion bringen könnten, völlig ausgeschlossen sind.

(Eingegangen 12. März 1901.)

Eine neue Pyknometerform (Hohlcylinder-Pyknometer).

Von Max Rudolphi.

In einzelnen Fällen der Bestimmung des spezifischen Gewichts von Flüssigkeiten, wie z. B. bei verdünnten Lösungen, stehen meist grössere Flüssigkeitsmengen zur Verfügung. Durch die Anwendung grösserer Flüssigkeitsmengen lässt sich eine grössere Genauigkeit der Resultate erzielen, was vor allem bei verdünnten Lösungen, deren Dichte oft nur wenig von der des Lösungsmittels verschieden ist, von Wert ist. Nun wächst aber bei Benutzung

1) Vgl. H. Th. Simon, Wied. Ann. **68**, 868, 1899.

eines Sprengelschen oder Sprengel-Ostwaldschen Pyknometers hierdurch die Schwierigkeit, einen schnellen und vollkommenen Ausgleich der Temperatur der Pyknometerflüssigkeit herbeizuführen. Es erschien mir daher sehr zweckmässig, die Form des Pyknometers derart abzuändern, dass an Stelle des Vollcylinders ein Hohlcylinder trat. Dieses Hohlcylinder-Pyknometer hat eine Form, wie sie die nachstehende Figur (1) veranschaulicht.

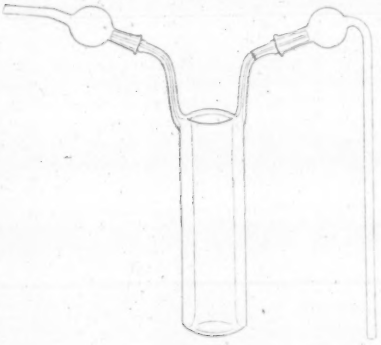

Fig. 1.

Der Inhalt eines cylindrischen Pyknometers ist gleich $r^2\pi.h$, der eines hohlcylindrischen gleich $(r_2^2-r_1^2).\pi.h$, so dass also das Verhältnis der Inhalte beider gleich $\frac{r_2^2-r_1^2}{r^2}$ ist, wenn beide die gleiche Höhe haben.

Die Dicke (d) der Flüssigkeitsschicht, durch welche beim Hohlcylinder-Pyknometer der Temperaturausgleich stattzufinden hat, ist gleich r_2-r_1.

Um ein Bild von den Grössenverhältnissen des äusseren und inneren Radius und dem Inhalt der praktisch wohl passendsten Pyknometerformen zu geben, seien hier einige Zahlen angeführt. Der innere Radius wird am geeignetsten etwa 0,4—2 cm betragen, der äussere 1,4—4 cm.

r_1	r_2	$d=r_2-r_1$	n
1.0	1.414	0,414	1.0 (I)
1.0	2.0	1.00	3.0 (II)
1.0	2.5	1.50	5.25
1.5	2.25	0.75	2.81
1.5	2.5	1.00	4.0
1.5	3.0	1.50	6.75
2.0	3.0	1.00	5.0
2.0	3.5	1.50	8.25
2.0	4.0	2.00	12.00 (III).

Die dritte Kolumne dieser Zusammenstellung giebt die Dicke der Flüssigkeitsschicht und die vierte das Verhältnis (n) des Inhaltes des betreffenden Hohlcylinder-Pyknometers zu demjenigen des gleich hohen Vollcylinder-Pyknometers vom Durchmesser 2 cm.

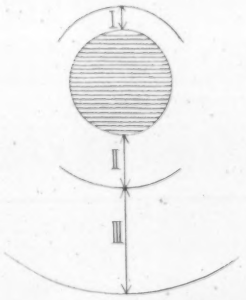

Fig. 2.

Die Fig. 2 giebt die Grundfläche dieses Vollcylinders ($d = 2$ cm) in natürlicher Grösse wieder, sowie Teile der Ringflächen, welche jener gleich (*I*) oder drei- (*II*) bezw. zwölfmal (*III*) so gross sind.

Gut haltbare Pyknometer dieser Art, die auch grössere Temperaturänderungen aushalten, sollen ziemlich schwer herzustellen sein; jedoch habe ich einzelne solche schon ziemlich lange in Gebrauch, ohne schlechte Erfahrungen damit gemacht zu haben.

Diese Pyknometer wurden nach meinen Angaben von der Firma Richard Müller-Uri, Braunschweig, angefertigt.

Darmstadt, den 15. April 1901.

Physikalisches Institut
der Grossherzogl. Technischen Hochschule.

(Eingegangen 15. April 1901.)

REFERATE.

Technische Mechanik.

Besorgt von Prof. **E. Meyer.**

E. Meyer, Über Kraftgas- und Gichtgasmotoren. Schillings Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, 1900, S. 805, 825, 845.

Der Verfasser behandelt die Entwicklung des Gasmotors zur Kraftmaschine des Grossbetriebes nach ihren inneren und äusseren Ursachen und giebt ein Bild von dem gegenwärtigen Stande des Gasmaschinenbaues. Im Laufe von zehn Jahren ist man von höchstens 100-pferdigen Motoren zu Maschinen von 1200 Pferdestärken gelangt. Die Grundlage für diese Entwicklung bildet die Thatsache, dass der Gasmotor, dessen Arbeitsprozess sich innerhalb weiterer Temperaturgrenzen abspielt, als sie bei der Dampfmaschine erreicht werden können, der letzteren hinsichtlich der Wärmeausnutzung bedeutend überlegen ist. Im Cylinder der Gasmaschine werden bis zu 30 Proz. der im Brennstoff enthaltenen Wärme in Arbeit umgesetzt, während die besten Dampfmaschinenanlagen eine Wärmeausnutzung von 14 Proz. aufweisen.

Trotz dieses unbestrittenen Vorzuges konnte der Gasmotor nicht in erfolgreichen Wettbewerb mit der Dampfmaschine treten, solange ihm als Brennstoff nur das teure Leuchtgas zur Verfügung stand. Im Jahr 1886 gelang es nun dem englischen Ingenieur Dowson, der Gasmaschine in dem sogenannten Kraftgas eine billige Wärmequelle zu schaffen. Das Kraftgas entsteht beim Einblasen von Luft und Wasserdampf in einen Schachtofen, in dem sich glühende Kohlen befinden, und enthält als Hauptbestandteile Wasserstoff, Kohlenoxyd und Stickstoff; der Heizwert beträgt ungefähr 1300 W.-E. pro Kubikmeter. Bei der Erzeugung des Kraftgases gehen etwa 30 Proz. der in der Kohle enthaltenen Wärme verloren, so dass noch 70 Proz. für die Verbrennung im Gasmotor zur Verfügung stehen. Eingehende Versuche haben ergeben, dass auch bei kleinen Kraftgasanlagen ungefähr 16 Proz. der Verbrennungswärme der Kohle in Nutzarbeit verwandelt werden, während kleinere Dampfmaschinenanlagen eine Wärmeausnutzung von 10 Proz. selten erreichen. Wenn auch nur die nichtschlackenden, teuren Kohlenarten sich zur Vergasung eignen, so ist doch erfahrungsgemäss der Betrieb von Kraftgasanlagen erheblich billiger als der gleichgrosser Dampfmaschinenanlagen.

Auch nach der Einführung des Kraftgases machte der Bau grosser Gasmaschinen nur langsame Fortschritte; denn der Vorteil des geringeren Kohlenverbrauches war nicht so schwerwiegend, dass man die rasche Überschreitung der erprobten Maschinengrössen gewagt hätte. Einen kräftigen Impuls erhielt die Entwicklung des Gasmotorenbaues durch die im Jahre 1895 (fast gleichzeitig in England, Deutschland und Belgien) angeregte Verwendung der sogenannten Gichtgase zum Betriebe von Gasmaschinen. Die Gichtgase, die den Hochöfen bei der Erzeugung von Roheisen entströmen, bestehen im wesentlichen aus Kohlenoxyd, Kohlensäure und Stickstoff und haben einen Heizwert von 900 bis 1000 W.-E. pro Kubikmeter. Ein Teil der Gichtgase wird in Apparaten, die zur Vorwärmung der Gebläseluft dienen, sofort nach Verlassen des Hochofens verbrannt; der Rest (etwa 40 Proz.) wurde bisher gar nicht oder in unrationeller Weise zur Heizung von Dampfkesseln verwendet. Wenn es gelang, diese Gase in dem weit vollkommener arbeitenden Gasmotor zur Verbrennung zu bringen, so waren damit für die Hochofenwerke bedeutende Energiemengen gewonnen. Man befürchtete anfangs, dass die schwere Entzündbarkeit der Gichtgase, ihr geringer Heizwert und der mitgeführte Gichtstaub ein Hindernis für die Verwendung zum Gasmaschinenbetrieb bilden werde. Allein die Versuche zeigten, dass das Gichtgas zur Speisung von Gasmotoren vorzüglich geeignet ist. Denn gerade im Gasmotor lassen sich auch schwer entzündbare Gase dadurch sicher verbrennen, dass man durch genügend hohe Kompression die Temperatur des Gases bis in die Nähe der Zündungstemperatur bringt; dabei ist die Wärmeausnutzung um so grösser, je höher die Kompression getrieben wird. Hohe Kompression von Leuchtgas hat heftige und vorzeitige Explosionen zur Folge, das schwer entzündbare Gichtgas hingegen verbrennt auch bei hoher Kompression langsam; daher läuft der Gichtgasmotor ruhiger und sanfter als der Leuchtgasmotor. Der von den Gichtgasen mitgeführte Staub lässt sich erfahrungsgemäss leicht entfernen; bei geringem Staubgehalt kann sogar jede besondere Reinigung unterbleiben, sofern der Motor entsprechend gebaut ist.

Bei der Ausnutzung der Gichtgase handelt es sich um sehr grosse Energiemengen, und so ist plötzlich das Bedürfnis nach 1000pferdigen und noch grösseren Motoren entstanden. Verschiedene Gründe liessen die Anwendbarkeit des üblichen Viertaktsystems auf grosse Maschinen als zweifelhaft erscheinen. Bei dieser von Otto erfundenen Arbeitsweise dient der erste Hub des Kolbens dem Ansaugen, der zweite der Kompression des zu verbrennenden Gasgemenges; beim dritten Hub erfolgt die

Verbrennung und Expansion unter Arbeitsleistung, beim vierten das Hinausschieben der Verbrennungsrückstände. Da auf jede Umdrehung der Kurbelwelle zwei Kolbenhübe entfallen, so wird nur bei jeder zweiten Umdrehung Energie zugeführt; daher braucht der Viertaktmotor verhältnismässig grosse Cylinderabmessungen und ein schweres Schwungrad. Diese Umstände fallen bei grossen Maschinen noch mehr ins Gewicht; ausserdem wird die Einschränkung der im Cylinder auftretenden hohen Temperaturen schwierig, da mit wachsender Maschinengrösse das Cylindervolumen rascher zunimmt als die Oberflächen der wassergekühlten Wandungen. Die Gasmotorenfabrik Deutz verteilt deshalb grosse Arbeitsleistungen auf mehrere Cylinder, deren Kurbelgetriebe durch eine gemeinsame Welle verbunden sind; bei geeigneter Anordnung dieser Getriebe lässt sich leicht ein gleichförmiger Gang und eine gute Ausgleichung der Massenkräfte erzielen. Dass es aber auch möglich ist, in einem einzigen Viertaktcylinder sehr grosse Arbeiten zu verrichten, beweist der geglückte Bau eines 600 pferdigen Hochofengasmotors von John Cockerill in Seraing (Belgien); bei diesem Motor werden nicht nur die hohlen Wandungen des Cylinders, sondern auch der Innenraum des Kolbens beständig von Kühlwasser durchflossen.

Obgleich die Erfahrung gezeigt hat, dass auch die grossen Gasmaschinen nach dem Viertaktsystem gebaut werden können, so liegt es doch nahe, bei der Anordnung mehrerer Cylinder die Herbeischaffung der Ladung einem besonderen Pumpencylinder zu überweisen und den von dieser Verrichtung befreiten Explosionscylinder bei jedem zweiten Kolbenhub Arbeit leisten zu lassen. Dieses Zweitaktsystem war schon früher versucht worden; aber kleine Zweitaktmaschinen konnten gegenüber dem eincylindrigen Viertaktmotor nicht aufkommen. Anders liegen die Verhältnisse bei grossen Maschinen. Die erste überhaupt in Betrieb gesetzte grosse Gichtgasmaschine war die Zweitaktmaschine von v. Oechelhaeuser. Bei dieser Maschine finden Kompression, Verbrennung und Expansion genau so statt, wie beim Viertaktmotor; aber der Austritt der Verbrennungsprodukte und der Eintritt der neuen von der Pumpe herbeigeschafften Ladung vollzieht sich während des letzten Achtels der Expansionsperiode. In dem Arbeitscylinder bewegen sich zwei Kolben gleichzeitig nach entgegengesetzten Richtungen und übertragen ihre Arbeit durch zwei Kurbelgetriebe auf dieselbe Welle. An Stelle der bei anderen Maschinen üblichen Ventile sind im Cylindermantel Schlitze angebracht, durch welche die Arbeitsflüssigkeit eintritt und austritt; die Schlitze werden von den beiden Kolben überdeckt und im geeigneten Augenblick frei gegeben. Die Pumpe schafft mit der einen Seite des Pumpenkolbens das brennbare Gemenge in den Arbeitscylinder; auf der andern Seite wird reine Luft komprimiert, welche als Spülluft zur Reinigung des Arbeitscylinders von den Verbrennungsrückständen dient. Der durch die Funktionen der Pumpe bedingte Arbeitsverlust ist fast doppelt so gross als im Viertaktmotor; daher braucht der Zweitaktmotor etwas mehr Gas. Die Frage des Gasverbrauchs tritt jedoch bei Gichtgasmaschinen gegenüber anderen Anforderungen in den Hintergrund.

In neuester Zeit ist ein weiterer Schritt zur Vervollkommnung der grossen Gasmotoren gethan worden. Bekanntlich sind alle Dampfmaschinen doppeltwirkend gebaut; der Cylinder ist an beiden Enden geschlossen und der Dampf arbeitet abwechselnd auf beiden Seiten des Kolbens. Bei den Gasmotoren hat man sich bisher auf die einseitige Wirkung beschränkt, um den Kolben vor zu starker Erhitzung zu schützen; vor kurzem aber haben Gebr. Körting in dem Bestreben, den vorhandenen Cylinderraum möglichst gut auszunützen, eine doppeltwirkende Zweitaktgasmaschine ausgeführt. Die Maschine hat neben dem Arbeitscylinder zwei Pumpen, von denen die eine das Gas, die andere die Luft herbeischafft. Dadurch, dass die Luft vor dem Gas in den Cylinder eintritt, bildet sich ein Luftkissen zwischen dem Gas und den noch heissen Verbrennungsrückständen, an denen sich sonst die frische Ladung vorzeitig entzünden würde. Um der Gefahr solcher Vorzündungen entgegen zu treten, sind alle mit dem Cylinderraum in Berührung kommenden Teile, namentlich der Kolben, sorgfältig durch Wasser gekühlt. Der Eintritt des frischen Gemenges wird durch Ventile geregelt, während die Verbrennungsprodukte, wie beim Oechelhaeuser-Motor, durch Schlitze austreten, die der Arbeitskolben selbst öffnet und schliesst. Nach eigenen Versuchen des Verfassers werden von dieser Maschine 24 Proz. der im Gase enthaltenen Wärme in nützliche Arbeit umgesetzt.

Der eingehenden Beschreibung der genannten Gasmaschinen sind Zeichnungen und Mitteilungen von Versuchsergebnissen beigefügt. Zum Schluss wird über Erfahrungen an Kraftgasanlagen berichtet, aus denen hervorgeht, dass ihr Betrieb billiger ist, als der gleichgrosser, mit gesättigtem Dampf arbeitender Dampfmaschinenanlagen. G. Cattaneo.

(Eingegangen 22. März 1901.)

Elektrotechnik.

Besorgt von Prof. Dr. **Th. Des Coudres.**

Über die von der Firma Siemens & Halske, Berlin, auf der Pariser Weltausstellung in Klasse 26 ausgestellten Telegraphen- und Telephonapparate.

Unter den zahlreichen Telegraphen- und Fernsprechapparaten auf der Pariser Weltausstellung sollen im folgenden diejenigen von Siemens & Halske, A. G., Berlin, an der Hand der von der Firma herausgegebenen Ausstellungsnachrichten etwas eingehender besprochen werden.

Zunächst ist ein Hughes-Typendruck-Telegraph mit Elektromotorantrieb zu erwähnen (vgl. Fig. 1). Der für den genannten Zweck besonders konstruierte Gleichstrommotor gefälliger Form wird gewöhnlich für 110 Volt konstruiert, wobei sein Stromverbrauch ca. $^1/_4$ A. beträgt. Zur Erhaltung der konstanten Umlaufszahl dient der von der Firma neukonstruierte Bremsregler (vgl. Fig. 2), der sich durch grössere Betriebssicherheit und leichtere Einstellbarkeit vorteilhaft auszeichnet. Von weiteren Verbesserungen ist noch die Papierführung zu nennen.

Die Hughesapparate mit Elektromotorantrieb nach dem Siemens & Halskeschen System sind bereits auf zahlreichen deutschen und ausländischen Telegraphenämtern eingeführt worden und gewähren dem Beamten beim Arbeiten eine grosse Erleichterung.

Unter den Fernsprechapparaten befinden sich die üblichen Typen von Wand- resp. Tischstationen mit Batterie- resp. Induktoranruf, ferner sind hervorzuheben: Linienwähler, Centralumschalter u. s. w. Von den Fernsprechapparaten für besondere Zwecke seien genannt: das Normalmodell für Eisenbahnen, Wandstation mit Schutzvorrichtung gegen Hochspannung, Wandstation für Grubenbetrieb, Wasser- und gasdichte Grubenfernsprechstation für laute Sprachübertragung, tragbare Fernsprechstation für Streckenbau, tragbare Fernsprechstation mit Mikrophonsummer für Vorposten- und Patrouillendienst.

Sodann ist der Ferndrucker der Firma zu erwähnen (vgl. Fig. 3), der aus dem Börsendrucker Werner Siemens hervorgegangen ist und auf dessen Konstruktion demnächst näher eingegangen werden soll.

Unter den verschiedenen Blitzableiterkonstruktionen zeichnet sich der Luftleerblitzableiter (vgl. Fig. 4) durch seine günstige Wirkungsweise besonders vorteilhaft aus; bei demselben stehen sich zwei Kohlenplatten, deren einander zugekehrte Flächen mit feinen Riefen versehen sind, in einem luftleeren Glasrohr gegenüber; durch den Boden des Glas-

Fig. 1.

Fig. 2.

rohres sind Zuleitungen an die Kohlenplatten geführt, welche aussen in federnde Stifte enden. Neben der leichten Auswechselbarkeit eines schadhaft gewordenen Blitzableiters besitzt derselbe den Vorteil geringer Raumeinnahme.

Ein interessanter Apparat dient zur selbstthätigen Abgabe des täglichen Zeitsignals von einer Centralstelle an beliebig viele Stationen. Bei diesem Centralzeitsignalgeber werden die Stationen kurz vor dem Eintritt des zu markierenden Zeitpunktes mit m. e. z. (mitteleuropäische Zeit) telegraphisch angerufen. Fünfzig Sekunden vor dem Zeitsignal werden die Arbeitsstromleitungen selbstthätig geschlossen, resp. die Ruhestromleitungen unterbrochen, so dass die Telegraphenapparate während dieser Zeit einen ununterbrochenen Strich schreiben, dessen Ende das Zeitsignal bedeutet. Die Centralstelle enthält eine Normaluhr. Durch einen Zeitkontakt kann der Rufzeichengeber ausgelöst werden, welcher eine mit den Typen m. e. z. versehene Zeichenscheibe an der Nase eines Kontakthebels vorbeiführt. Durch diesen Kontakt werden vermittelst Relais je ein Generaltaster beeinflusst und dieser letzere, der bis zu zwanzig Stromkreise bethätigen kann, telegraphiert nun das fortwährend vom Rufzeichengeber wiederholte Zeichen m. e. z. weiter. Genau fünfzig Sekunden vor dem Zeitsignal tritt an der Normaluhr eine zweite Kontaktscheibe in Thätigkeit, welche die Unterbrechung an der Zeichenscheibe des Rufzeichengebers kurz schliesst. Demnach bleiben die Relaisanker

Fig. 4.

Fig. 3.

dauernd angezogen und die Generaltaster halten die Linien geschlossen, es entsteht auf dem Papierstreifen sämtlicher Stationen ein ununterbrochener Strich.

Nach fünfzig Sekunden wird der Kurzschluss aufgehoben und der Strich auf dem Morseband bricht ab, — dies entspricht dem Zeitsignal. Die Rufzeichenscheibe tritt nunmehr wieder in Thätigkeit, bis nach ca. $^1/_4$ Minute die erste Kontaktscheibe der Normaluhr den Stromkreis unterbricht und dadurch der Rufzeichengeber arretiert und der Relaisstromkreis unterbrochen wird.

Ferner seien erwähnt Übertragungsvorrichtungen für Ruhestrom, hauptsächlich für Eisenbahn-Telegraphen-Netze und die eine besondere Abteilung bildenden Feuermeldeapparate.

Neben automatisch wirkenden mit Gewichtsantrieb finden sich durch Federkraft bethätigte Feuermelder. Beim Melden wird ein Kontaktrad in Thätigkeit gesetzt, das die Nummer des Melders nach der Centrale telegraphiert. Unter den Meldern für verschiedene Zwecke sind Fabrikmelder, Innen- und Aussenmelder für Städte, mit und ohne Fernsprechausrüstung oder mit Klinkenausrüstung zur Einschaltung eines tragbaren Fernsprechapparates, Feuermelder mit Unfallmeldung, Strassenfeuermelder vertreten.

Endlich seien noch die elektrischen Minenzündapparate genannt (vgl. Fig. 5); dieselben sind sog. Glühzünder. Die Glühpatronen werden in die Leitung hintereinander geschaltet, so dass ein schwacher Strom eines Trockenelementes, der nicht im stande ist, die Glühwirkung hervorzurufen, durch die ganze Leitung fliessen kann. Durch ein Galvanoskop kann der Zustand der

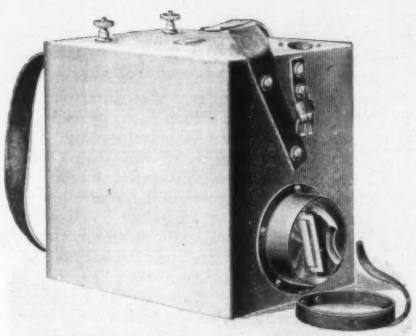

Fig. 5.

Leitung geprüft werden. Die Minenzündapparate sind entweder magnetelektrische oder dynamoelektrische.

Die Magnetinduktoren sind mit einer Einschaltevorrichtung versehen, welche die Leitung erst dann einschaltet, wenn der Anker bereits die nötige Geschwindigkeit besitzt, da bei langsam ansteigendem Strom die empfindlichsten Patronen zuerst losgehen würden und so die Leitung vorzeitig unterbrochen werden würde. Bei dem dynamoelektrischen Minenzündapparat dient eine kleine Nebenschlussdynamo mit Federantrieb zur Stromerzeugung. E. Ruhmer.

(Eingegangen 8. März 1901.)

BESPRECHUNGEN.

G. Zeuner, Technische Thermodynamik. 2. Auflage. I. Band: Fundamentalsätze der Thermodynamik. Lehre von den Gasen. gr. 8. XVI u. 436 S. mit 65 Holzschnitten. Leipzig, Arthur Felix. 1900. Mk. 13.—.

Gustav Zeuner, dem es vergönnt ist, fast seit zwei Menschenaltern an der Ausbildung der mechanischen Wärmetheorie und an der Übertragung ihrer Lehren auf die Fragen der Technik in hervorragender Weise mitzuwirken, hat, kurz nachdem er ein neues Werk über hydraulische Motoren herausgegeben hat, nunmehr den ersten Band der zweiten Auflage seiner technischen Thermodynamik der Öffentlichkeit übergeben. Das Werk hat in seiner ersten Auflage und schon vorher unter dem Titel: „Grundzüge der mechanischen Wärmetheorie" weit über Deutschlands Grenzen hinaus die grösste Verbreitung gefunden. Wie in seinem ersten Abschnitt, der fast unverändert geblieben ist, die Fundamentalsätze der Thermodynamik abgeleitet sind, darf als bekannt vorausgesetzt werden.

Der zweite Abschnitt gilt der Lehre von den Gasen und von ihren Anwendungen, wobei sich die letzteren in einen physikalischen und in einen technischen Teil gliedern. Neu sind in dem physikalischen Teil vor allem Mitteilungen über Versuche, die Zeuner in den letzten Jahren zur Ermittelung der Gesetze des Ausflusses der Luft aus einfachen Mündungen und aus langen Rohrleitungen angestellt hat. Auf Grund dieser Versuche findet er seine Hypothese bestätigt, „dass die Luft in den luftleeren Raum mit der dem Zustande der Luft in der Mündung entsprechenden Schallge-

schwindigkeit ausströmt, welche Widerstände hierbei auch beim Hinströmen nach der Mündung vorliegen mögen."

Auch der technische Teil der Anwendungen dürfte für den Physiker von Interesse sein, handelt es sich hier doch um grundlegende Erörterungen, wie die Wärmevorgänge in der Heissluftmaschine, der Kaltluftmaschine und in der Feuerluftmaschine (Gaskraftmaschine) thermodynamisch zu fassen und zu beurteilen sind. Die Kreisprozesse der ausgeführten Maschinen sind mit vielen Unvollkommenheiten behaftet, die der Konstrukteur nie ganz beseitigen kann. Daher ist es die wichtigste Frage, welcher vollkommene Prozess als Massstab zur Beurteilung der ausgeführten Wärmekraftmaschinen herbeigezogen werden muss. Daran reiht sich die weitere Frage, die auch vom Standpunkte der Thermochemie von Interesse ist, nach dem Arbeitswert des Brennstoffes, d. h. wieviel Arbeit ein Brennstoff in dem günstigsten Falle, der physikalisch überhaupt gedacht werden kann, zu leisten vermag. Früher glaubte man zur Beurteilung der Wärmekraftmaschinen in allen Fällen den Carnotschen Kreisprozess herbeiziehen zu müssen, bei der eingehenderen Beschäftigung mit der Theorie der Kältemaschinen und der Gaskraftmaschinen hat sich aber ergeben, dass der Carnotsche Prozess häufig zum Vergleiche nicht tauglich ist. In den grundlegenden Arbeiten von H. Lorenz und später auch in Arbeiten des Referenten (in der Zeitschrift des Vereins Deutsch. Ingen. vom Jahre 1892 ab) sind diese Fragen ausführlich behandelt. Zeuner sucht insbesondere den Arbeiten von Lorenz nach Möglichkeit gerecht zu werden; hinsichtlich abweichender Meinungen sei auf die Originalarbeiten selbst verwiesen.

E. Meyer.

(Eingegangen 23. März 1901.)

H. A. Lorentz-Festschrift. (Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles (2) V.) La Haye, Martinus Nijhoff. 1900.

(**Livre jubilaire** dédié à H. A. Lorentz, professeur de physique à l'Université de Leiden. Recueil de travaux offerts par les auteurs à l'occasion du 25e anniversaire de son doctorat. Ein Band, 678 S., gr. 8°. Mit Tafeln. Lwd. (Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles. 2e Serie, Tome V). Preis Mk. 12.)

Der vorliegende Band der Archives Néerlandaises ist H. A. Lorentz zur 25jährigen Feier seiner Doktorpromotion gewidmet worden. Er vereinigt eine Reihe von Abhandlungen der hervorragendsten Physiker aller Nationen. Naturgemäss sind diejenigen Forschungsgebiete durch eine grössere Zahl von Arbeiten repräsentiert, die H. A. Lorentz selbst durch eigene Untersuchungen bereichert hat. Unter diesen nimmt die Elektronentheorie der Elektrodynamik die erste Stelle ein; hat doch H. A. Lorentz dieser Theorie den grössten Teil seiner Lebensarbeit gewidmet. Die in der Festschrift enthaltenen Abhandlungen, welche sich mit Elektronen beschäftigen, sind in ihrer Gesamtheit wohl geeignet, eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand dieser Disziplin zu geben.

Eine Arbeit von C. H. Wind (S. 609—635) enthält eine zusammenfassende Darstellung desjenigen, was die theoretische Elektrodynamik über langsam bewegte Elektronen aussagt. Das Elektron wird als eine über ihr ganzes Volumen gleichmässig geladene Kugelschale angenommen; als Spezialfälle sind in dieser Annahme die sehr dünne Kugelschale und die gleichförmig geladene Kugel enthalten. Bewegt sich das Elektron, so ist bei kleinen Geschwindigkeiten das elektrostatische Feld von dem des ruhenden Elektrons nicht verschieden. Konvektionsstrom und Verschiebungsstrom rufen ein magnetisches Feld hervor, dessen Energie dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional ist. Der Proportionalitätsfaktor, die halbe „scheinbare Masse", hängt von der Ladungsverteilung ab. Befinden sich zwei bewegte Elektronen im Felde, so enthält die magnetische Energie ein dem Produkte der beiden Geschwindigkeiten proportionales Glied, das eine Wechselwirkung der beiden Elektronen anzeigt. Das Gesetz dieser Wechselwirkung, das sogenannte „elektrodynamische Elementargesetz", ergiebt sich mit Hilfe der Lagrangeschen Bewegungsgleichungen. Die Anwendung der Lagrangeschen Gleichungen auf die Elektrodynamik, die man Maxwell verdankt, setzt voraus, dass die magnetische Feldenergie als kinetische Energie gewisser fingierter Massen gedeutet wird. Es kann, wie der Verfasser hervorhebt, vom Standpunkte der Mechanik aus keineswegs Wunder nehmen, dass der Schwerpunktsatz, auf die aus Elektronen zusammengesetzte Materie angewandt, keine allgemeine Gültigkeit besitzt. Werden doch jene fingierten Massen beim Austausche der Bewegungsmengen eine Rolle spielen. Das erhaltene Elementargesetz für die Kraft, die ein bewegtes Elektron auf ein anderes, gleichfalls bewegtes, ausübt, stimmt übrigens nicht genau mit den von O. Heaviside und J. J. Thomson aufgestellten überein.

C. H. Wind beschränkt seine Betrachtung auf Geschwindigkeiten, die klein sind gegen die Lichtgeschwindigkeit. Von O. Heaviside ist bereits das Feld eines geradlinig mit beliebiger gleichförmiger Geschwindigkeit bewegten Elektrons ermittelt worden. Heavisides Gedankengang bei der Ableitung des Feldgesetzes ist

kein ganz klarer, und giebt insbesondere bei Geschwindigkeiten, welche die Lichtgeschwindigkeit übersteigen, zu Bedenken Anlass. Man wird wünschen, eine Methode zu haben, welche es erlaubt, einen allgemeinen mathematischen Ausdruck für das Feldgesetz eines beliebig bewegten Elektrons aufzustellen, aus dem das Feldgesetz des geradlinig und gleichförmig bewegten sich durch exakte mathematische Deduktion ergiebt.

Hier liefern nun die Abhandlungen von E. Wiechert (S. 549—573) und Th. DesCoudres (S. 652—664) die willkommene Ergänzung. Sie zeigen, dass ein allgemeiner, von H. Poincaré und H. A. Lorentz aufgestellter Satz der Elektrodynamik das Gewünschte leistet; dieser Satz lehrt, das Feld zu berechnen, wenn die Elektrizitätsbewegung und die elektrische Dichte zu allen Zeiten bekannt sind; die Wirkungen pflanzen sich von den einzelnen Volumelementen aus mit Lichtgeschwindigkeit fort. Bei der Anwendung auf bewegte Elektronen hat man nun das Elektron zunächst als räumlich ausgedehnt anzunehmen. Dann werden die Beiträge, welche gleichzeitig in einem bestimmten Punkte des Feldes eintreffen, von den einzelnen Volumelementen des Elektrons zu verschiedenen Zeiten ausgesandt worden sein; man muss also das Elektron in gewisser Weise deformieren, um den Raum zu erhalten, von dem die Wirkung ausging. Ferner ist zu berücksichtigen, dass die von den Volumelementen ausgehenden Wirkungen, falls sich das Elektron bei seiner Bewegung dem betreffenden Punkte des Feldes nähert, auf ein kleineres Zeitintervall zusammengedrängt, eintreffen werden. Geht man nun zur Grenze über, indem man das Volumen des Elektrons beständig verkleinert, so ist das Resultat folgendes: Das Elektron wirkt scheinbar mit einer um den Volumdilatationsfaktor jener Deformation veränderten Elektrizitätsmenge. E. Wiechert wendet das Feldgesetz an auf lineare stationäre und quasistationäre Ströme, auf ein mit einer konstanten Geschwindigkeit, die kleiner ist als die Lichtgeschwindigkeit, geradlinig bewegtes Elektron, ferner auf ein schwingendes Elektron, und zeigt, dass die Felder in allen diesen Fällen mit den auf anderem Wege ermittelten übereinstimmen. Th. Des Coudres diskutiert insbesondere Bewegung mit Überlichtgeschwindigkeit; es ergiebt sich, dass das Feld in einen Kegel eingeschlossen ist, an dessen Spitze das Elektron voraneilt; innerhalb dieses Kegels treffen in jedem Punkte des Feldes gleichzeitig die Wirkungen ein, die das Elektron zu zwei verschiedenen Zeiten aussandte. So gewinnt man einen Einblick in den Mechanismus der Felderzeugung. Fraglich bleibt es, ob Bewegung mit Überlichtgeschwindigkeit durch Aufwand einer endlichen Arbeit erzeugt werden kann. Die Beantwortung dieser Frage erfordert die Ermittelung der Feldenergie eines mit ungleichförmiger Geschwindigkeit bewegten Elektrons, deren Ableitung aus dem Feldgesetz erhebliche mathematische Schwierigkeiten darbieten dürfte.

Die Stellung der Lorentzschen Theorie zum Prinzip von Wirkung und Gegenwirkung, die schon von Wind berührt wurde, wird von einem anderen Gesichtspunkte aus in einer von H. Poincaré herrührenden Arbeit (S. 252—278) betrachtet. „Worauf stützt sich das Reaktionsprinzip?“ fragt Poincaré. Auf das Energieprinzip und das Prinzip der Relativbewegung; das letztere besagt, dass alle Vorgänge in einem vollständigen Systeme, welches eine konstante Translationsgeschwindigkeit besitzt, wie in dem ruhenden Systeme verlaufen. Dieses letztere Prinzip ist, nach der Lorentzschen Theorie, auf die Materie allein nicht anwendbar; denn die Materie allein bildet kein vollständiges System, und der Äther bewegt sich nicht mit der Materie. Die Ungültigkeit des Prinzips der Relativbewegung zeigt im Grunde bereits der Fizeausche Versuch; jede Theorie, die diesen Versuch erklärt, kann nicht umhin, das Prinzip der Relativbewegung, und somit auch das Prinzip von Wirkung und Gegenwirkung, umzustossen.

Die elektromagnetische Lichttheorie verlangt, dass in jeder Lichtquelle periodische Elektrizitätsbewegungen stattfinden. Das einfachste Bild einer derartigen Elektrizitätsbewegung, und des von ihr erregten Feldes, giebt eine von H. Hertz aufgestellte Lösung der Maxwellschen Gleichungen; hier wird die Elektrizitätsbewegung als Leitungsstrom aufgefasst; das elektrostatische Feld in der Nähe des Erregungszentrums ist das eines elektrischen Dipols. Die Elektronentheorie sieht jene Elektrizitätsbewegung als Konvektionsstrom an. Jedoch lässt sich, wie A. Righi (S. 348—355) zeigt, die Hertzsche Lösung durch Hinzufügung gewisser Glieder so modifizieren, dass das elektrostatische Feld in der Nähe des Erregungspunktes das eines Elektrons ist; die ausgesandten Wellen haben hierbei dieselbe Form, wie bei Hertz. Demgemäss gilt für die Ausstrahlung eine gleichfalls von Hertz angegebene Formel. Schreibt man dem Elektron eine bestimmte potentielle, und eine bestimmte kinetische Energie zu (in letztere ist die magnetische einzurechnen), so gilt, wie M. Planck (S. 164 bis 174) im Anschluss an frühere Untersuchungen zeigt, für die Bewegungen, welche das Elektron unter dem Einflusse elektrischer Kräfte ausführt, die Differentialgleichung der unendlich kleinen, gedämpften Pendelschwingungen.

Auf den Mechanismus der Lichtemission be-

zieht sich auch eine Bemerkung von J. J. Thomson (S. 642—643). Ist μ der Brechungsindex eines Gases, so stellt sich, nach der Lorentzschen Dispersionstheorie, der Wert von μ^2-1 für langwellige Strahlen als Summe positiver Glieder dar, die von den Wellenlängen der Eigenschwingungen, von Zahl, Ladung und Masse der schwingenden Elektronen abhängen. Nimmt man an, dass jedes Molekül des Heliums ein Elektron enthält, welches die gelbe Heliumlinie aussendet, so erhält man bereits einen zu grossen Wert für μ^2-1. Man muss annehmen, dass die einen Moleküle Elektronen enthalten, welche die gelbe Linie aussenden, während die Elektronen anderer Moleküle andere Linien emittieren.

Die Lorentzsche Theorie der Lichtemission hat wohl die überzeugendste Bestätigung durch das von Zeeman entdeckte magnetooptische Phänomen erhalten. In einer Arbeit von W. Voigt (S. 366—376) wird die Frage diskutiert, ob die Lorentzsche Theorie ein analoges elektrooptisches Phänomen, eine Zerlegung der Spektrallinien im elektrischen Felde, voraussehen lässt. Es zeigt sich, dass durch geeignete Verallgemeinerung der Schwingungsgleichungen der Elektronen derartige Phänomene in die Elektronentheorie einzuordnen wären. Es ergiebt sich indessen, dass die zu erwartende Verbreiterung der Linie selbst im günstigsten Falle zu klein ist, um der Beobachtung zugänglich zu sein.

Eine Notiz von W. Kaufmann[1]) (S. 148 bis 151) bestimmt eine obere Grenze für die Schwingungsamplitude der Elektronen. Der Verfasser betrachtet die Energie eines Moleküls als zusammengesetzt aus der Energie der fortschreitenden Bewegung, und der der Elektronenschwingungen. Eine obere Grenze für die Energie, und somit für die Amplitude der Elektronenschwingungen erhält er, indem er nur ein Elektron im Molekül annimmt, und die ganze molekulare Energie den Schwingungen zuschreibt. Es ergiebt sich 10^{-8} cm als obere Grenze, also eine Grösse von der Ordnung des Radius der Wirkungssphäre eines Gasmoleküls. Wahrscheinlich wird diese obere Grenze keineswegs erreicht.

Eine Arbeit von W. Wien (S. 96—104) behandelt die Möglichkeit einer elektromagnetischen Begründung der Mechanik. Der Verfasser nimmt die Materie als zusammengesetzt an aus positiven und negativen elektrischen Elementarquanten. Er führt die Gravitation mit H. A. Lorentz darauf zurück, dass die anziehende Kraft zwischen ungleichnamigen Quanten in einem bestimmten Verhältnis grösser ist, als die abstossende zwischen gleichnamigen. Die Trägheit der Materie wird als elektromagnetische Trägheit gedeutet, indem die kinetische Energie als elektromagnetische Feldenergie der bewegten Ladungen aufgefasst wird. Befinden sich die einzelnen Quanten in hinreichend grossem Abstand voneinander, so wird die Trägheit der Zahl der Quanten proportional sein. Da das letztere auch von der durch die Gravitation bestimmten Masse gilt, so folgt deren Proportionalität zu der Trägheit. Berücksichtigt man im Ausdruck der kinetischen Energie die Glieder, welche die Geschwindigkeit in der vierten Potenz enthalten, so ergiebt sich für die Bewegung unter dem Einfluss der Gravitation auf Grund gewisser vereinfachender Annahmen ein dem Weberschen verwandtes Gesetz. Die Gesetze, welche an die Stelle des ersten und zweiten Newtonschen Axioms treten, wird man erst dann in exakter Weise ermitteln können, wenn das Problem der ungleichförmigen Bewegung eines Elektrons gelöst ist. Doch gelingt es dem Verfasser, aus der Lösung für gleichförmige Bewegung gewisse Kriterien abzuleiten, die ein Urteil darüber gestatten, in welchen Fällen jene beiden Axiome angenähert ihre Gültigkeit behalten werden. Die Abweichungen von den Gesetzen der gewöhnlichen Mechanik, welche die elektromagnetische Theorie postuliert, dürften die Möglichkeit geben, für oder gegen diese Theorie durch das Experiment zu entscheiden.

M. Abraham.

(Eingegangen 1. April 1901.)

1) Vergl. diese Ztschr. **2**, 283, 1901.

Briefkasten.

Frage: Wie ist das in der Astrophysik gebräuchliche englische Wort „flash" treffend zu verdeutschen?

Antwort: Eine kurze Übersetzung des Ausdrucks „flash" ist mir nicht bekannt. Die wörtliche Übersetzung „Lichtblitz" würde gänzlich unverständlich sein, und daraus erkennt man, wie schlecht das Wort flash überhaupt gewählt ist; es wäre meiner Meinung nach schade, wenn es sich in der Astrophysik einbürgern sollte. Es ist ja auch nicht zu lang, wenn man die betreffende Erscheinung als das Aufleuchten der umkehrenden Schicht oder der emittierenden Gasschicht am Sonnenrande bezeichnet. Bei häufiger Wiederholung des Ausdrucks kann man ihn ja ruhig abkürzen.

Potsdam, 29. März 1901.

J. Scheiner.

Personalien.

Professor Adolf Hirsch, der Direktor der Sternwarte zu Neuenburg, ist am Dienstag in Bern gestorben. Er war ständiger Schriftführer der Internationalen Kommission für Maasse und Gewichte und bis vor kurzem Sekretär der Internationalen Vereinigung für Erdmessung.

Beim meteorologischen Institut zu Berlin ist der ständige Mitarbeiter Dr. Reinhard Süring zum Abteilungsvorsteher, der wissenschaftliche Hilfsarbeiter Dr. Johannes Edler zum ständigen Mitarbeiter ernannt worden.

Professor Heydweiller in Breslau nahm die Berufung als Ordinarius der Physik auf den physikalischen Lehrstuhl in Münster an Stelle des verstorbenen Prof. Ketteler an.

Der Privatdozent der Metallmikroskopie an der Technischen Hochschule zu Berlin, Ingenieur Heyn, wurde zum etatsmässigen Professor dortselbst ernannt.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Frankfurt a. M. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.